

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004年8月5日 (05.08.2004)

PCT

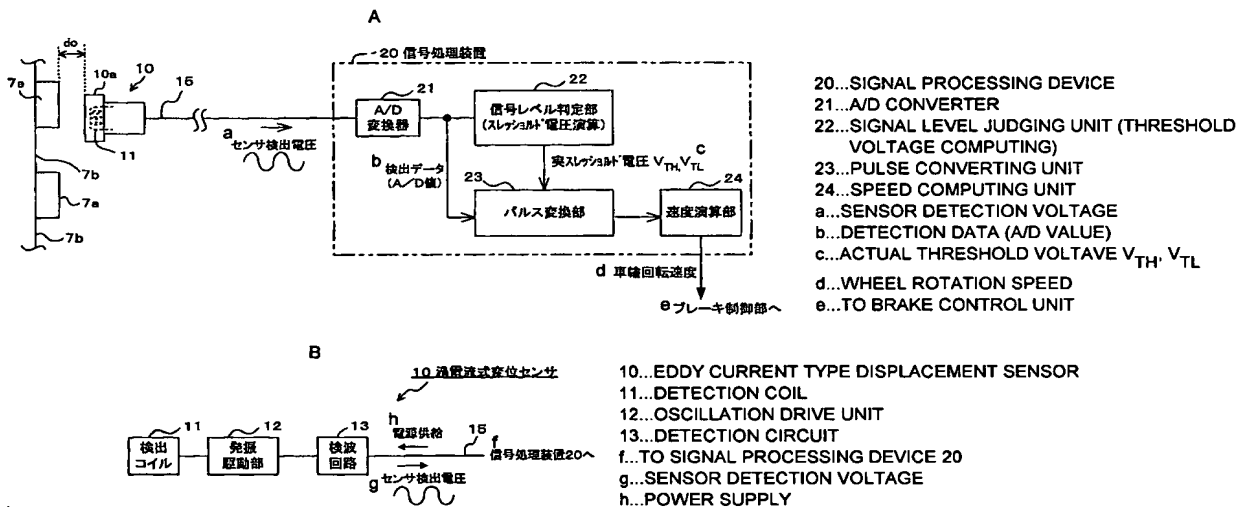
(10) 国際公開番号
WO 2004/065966 A1

- (51) 国際特許分類: G01P 3/49, 3/481, B60L 13/04 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/016281 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 河崎 仙史 (KAWASAKI, Norihumi) [JP/JP]; 〒450-6101 愛知県名古屋市中村区名駅一丁目1番4号 東海旅客鉄道株式会社内 Aichi (JP). 喜多 秀雄 (KITA, Hideo) [JP/JP]; 〒450-6101 愛知県名古屋市中村区名駅一丁目1番4号 東海旅客鉄道株式会社内 Aichi (JP).
(22) 国際出願日: 2003年12月18日 (18.12.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ: 特願2003-010028 2003年1月17日 (17.01.2003) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東海旅客鉄道株式会社 (CENTRAL JAPAN RAILWAY COMPANY) [JP/JP]; 〒450-6101 愛知県名古屋市中村区名駅一丁目1番4号 Aichi (JP).
(81) 指定国 (国内): CN, US.
(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

[続葉有]

(54) Title: WHEEL SPEED DETECTION SYSTEM

(54) 発明の名称: 車輪速度検知システム



(57) Abstract: A wheel speed detection system using an eddy current type displacement sensor, wherein a wheel speed can be accurately detected even if the distance between the eddy current type displacement sensor and a rotor's protruded portion is changed due to a change in wheel weight and a wheel assembling error or the like at maintenance work. A sensor detection voltage according to the impedance change of a detection coil (11) produced by wheel rotation is input to a signal processing device (20). A signal level judging unit (22) computes a threshold voltage (V_{TH} , V_{TL}) based on a sensor detection voltage after A/D conversion. Specifically, the difference between an average value of sensor detection voltages when the opposing distance between a sensor head (10a) and a protruded portion (7a) is equal to a predetermined opposing distance (do) and an average value of actual sensor detection voltages is determined to shift a predetermined threshold voltage by that difference. Accordingly, a sensor detection voltage can always be converted into a pulse signal using a proper threshold voltage independently of a change in the above opposing distance.

(57) 要約: 渦電流式変位センサを用いた車輪速度検知システムにおいて、輪重変化やメンテナンス作業時の車輪組み付け誤差等によって渦電流式変位センサと回転体凸部間の距離が変化しても、車輪速度を正確に検知できるようにする。車輪回転に伴って生じる検出コイル(11)

[続葉有]



添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

のインピーダンス変化に応じたセンサ検出電圧が、信号処理装置(20)へ入力される。信号レベル判定部(22)で、A/D変換後のセンサ検出電圧に基づいてスレッシュホールド電圧(V_{TH} , V_{TL})を演算する。具体的には、センサヘッド(10a)と凸部(7a)との対向距離が予め設定したデフォルト対向距離(d_0)のときのセンサ検出電圧の平均値と、実際のセンサ検出電圧との平均値との差を求め、予め設定されたスレッシュホールド電圧をその差分だけシフトさせる。これにより、上記対向距離の変化に拘わらず常に適切なスレッシュホールド電圧によりセンサ検出電圧をパルス信号に変換できる。

明細書

車輪速度検知システム

5

技術分野

本発明は、各種車両における車輪の回転速度を検知する車輪速度検知システムに関する。

10 背景技術

従来より、各種車両における車輪速度検知システムとして、例えば磁気エンコーダを用いたものが知られており、特に自動車においてブレーキ制御等に必要な車両速度を検知する方式として主流となっている。

ところで、地上側の推進コイルへの通電を制御して車両を推進させる
15 地上次方式の磁気浮上式鉄道車両（以下「リニア車両」という）においても、所定速度（例えば百数十 km/h）以下の低速域では車輪走行する。また、リニア車両の走行制御は、基本的に全速度域で地上側からの制御により行われるのだが、例えばその地上側制御或いは車両に搭載された超電導磁石に問題が生じると、地上側から速度制御できなくなる
20 おそれがある。そのため、このような異常発生時の非常ブレーキとして、車輪回転を制動するディスクブレーキ装置が搭載されている。

そして、このディスクブレーキ装置の制御のために、上記自動車の場合と同様、車輪回転速度を検知する必要があるのだが、周知の如く、リニア車両の車輪は、主として超電導磁石が形成する強磁界の中におかれ
25 ているため、このような強磁界中で磁気エンコーダ等の磁気式センサや磁歪式センサを使用して回転速度を正確に検知するのは非常に困難であ

る。しかも、磁気エンコーダはその原理上、回転体が磁性体である必要があるが、リニア車両では強磁界中での使用という制約上、基本的に磁性材料は使用しないため、磁気エンコーダの搭載自体が困難である。そのため、従来よりリニア車両では、光エンコーダを用いて車輪回転速度
5 を検知するようにしていた。

図 8 に、リニア車両に搭載された従来の光エンコーダ式車輪速度検知システムの概略構成を示す。図 8 に示す車輪速度検知システムは、主として、タイヤ 1 及びアルミホイール（以下単に「ホイール」という） 2 からなる支持車輪 3 と共に回転するスリット円盤 6 2 a を備えた光エン
10 コーダ 6 2 と、その光エンコーダ 6 2 と光ケーブル 6 7 を介して接続された信号処理装置 6 8 とから構成される。

光エンコーダ 6 2 は、支持脚装置（詳細は後述；図 1 参照）を構成するアーム 4 の一端の車軸 6 0 内にあり、光エンコーダ 6 2 側のカップリング 6 5 とホイール 2 側のカップリング 6 6 とを結合することにより、
15 支持車輪（以下単に「車輪」という） 3 の回転と共にスリット円盤 6 2 a が回転する。

そして、信号処理装置 6 8 内部の投光器からの光が光ケーブル 6 7 を介してスリット円盤 6 2 a へ投光され、それが反射されるとその反射光が光ケーブル 6 7 を介して伝送され信号処理装置 6 8 にて受光される。
20 この反射光の有無・受光タイミング等に基づいて、車輪回転速度を検知するようにしている。

しかしながら、光エンコーダ 6 2 による車輪速度検知システムでは、リニア車両のような強磁界中であっても正確に検知することができるものの、光エンコーダ 6 2 自体の価格が高かったり、光回路（光ケーブル
25 6 7 や図示しない光コネクタ等）の経年劣化に起因する光減衰量の変化により正確な検出ができなくなる、といった問題があった。

また、スリット円盤 6 2 a を回転させるために各カップリング 6 5 ,
6 6 を結合しているため、タイヤ交換等のメンテナンス作業時の作業量
が増大するという問題もあった。即ち、車輪 3 を車軸 6 0 から外すには、
まず各カップリング 6 5 , 6 6 を外す必要があり、この作業が、リニア
5 車両全体として多くの時間を費やしてしまうのである。

一方、車輪速度検知システムとして、上記のような磁気式、光式以外
に、渦電流式変位センサを用いたシステムも提案されている。これは、
例えば回転体の外周に一定間隔で凹凸を設けると共に、その凹凸面と一
定距離隔てて渦電流式変位センサを固定設置しておき、回転体の回転(車
10 輪回転)に伴って凹部と凸部とが交互にセンサと対向することをセンサ
で検出し、その検出信号(交流の検出電圧)から車輪回転速度を検知す
るよう構成されたものである(例えば、文献 1 参照)。

そこで、リニア車両においても、この渦電流式変位センサを用いた車
輪速度検知システムを採用することが考えられる。具体的には、図 9 に
15 示すように、ホイール 2 内側(車体側)の外周に凹凸部 7 を設け、その
凹凸部 7 と対向するように渦電流式変位センサ(以下単に「渦電流セン
サ」という) 1 0 をアーム 4 に固定設置する。これにより、渦電流セン
サ 1 0 と直接対向する凹凸部 7 が車輪 3 の回転に伴って凹部→凸部→凹
部・・・と交互に変化し、この変化に応じた検出電圧がケーブル 1 5 を
20 介して信号処理装置 7 0 へ伝達される。信号処理装置 7 0 では、この検
出電圧を所定のスレッシュホールドレベルに従ってパルス信号に変換し、変
換後のパルス信号から回転速度を演算するようにしている。

このように、渦電流センサ 1 0 を用いて車輪回転速度を検知するシス
テムを構築すれば、光エンコーダ式のように車軸 5 内にセンサ等を搭載
25 する必要がなく、支持脚装置においては単に渦電流センサ 1 0 をアーム
4 に固定するだけでよい。そのため、車輪 3 のメンテナンス作業時に、

光エンコーダ式のようなカップリングの結合・分離作業といった、車輪速度検知システムを構成する部品を扱うことが不要となって、メンテナンス作業量が軽減される。また、光ケーブルを使用しないため、光ケーブルの減衰といった光エンコーダ式独特の問題も解消される。

5 [文献 1]

特開 2 0 0 0 - 1 2 1 6 5 5 号公報

しかしながら、渦電流センサを用いた車輪速度検知システムをリニア車両に適用する場合、下記①、②の理由により、本来一定距離に保たれるべき凹凸部 7 全体～渦電流センサ 1 0 間の距離（より具体的には、凸部表面～渦電流センサ 1 0 間の距離 d ；後述の図 1 0 A、図 1 0 B 参照）が変化するおそれがあるという問題があった。

①リニア車両の車輪 3 のように大きな荷重を支持する回転体では、回転中の振れや輪重の変化によって、渦電流センサ 1 0 と凹凸部 7 全体との距離が変化してしまう。特に、リニア車両の場合はホイールセンター（車軸 5）と、上下荷重を受ける支持脚 6（図 9 では省略、後述の図 1 参照）内のアクチュエータの軸とがオフセットしているため、支持脚 6 から受ける荷重によりアーム 4 に捻りが生じる。そして、荷重変化、つまり輪重変化によって捻り具合が変化すると、上記距離の変化が生じるのである。

②リニア車両では、車輪 3 のメンテナンス作業やタイヤ交換等の作業の頻度が比較的多いため、メンテナンス時の組み付け誤差等によって、その都度、渦電流センサ 1 0 と凹凸部 7 全体との距離が変化する。また、凹凸部 7 が設けられたホイール 2 自体を交換すると、ホイール 2 そのものの製作公差により、やはり上記距離の変化が生じるおそれがある。

25 このように、凹凸部 7 全体～渦電流センサ 1 0 間の距離が変化すると、渦電流センサ 1 0 からの検出電圧に基づいて正確に車輪回転速度を検知

することが困難となる。このことについて、図 10 A、図 10 B に基づき説明する。図 10 A、図 10 B は、リニア車両の車輪速度検知システムとして渦電流センサを利用した場合の、センサ検出電圧及びパルス出力の一例を表すグラフである。

5 まず、図 10 A は、渦電流センサ 10 ～凸部 7 a 間の距離 d が正常 ($d = d_o$) の場合について示している。車輪 3 の回転により凹凸部 7 が矢印 A 方向に移動 (回転) すると、渦電流センサ 10 は凸部 7 a → 凹部 7 b → 凸部 7 a . . . と交互に対向していく。尚、渦電流センサ 10 に対して凹凸部 7 が矢印 A 方向に移動することと、凹凸部 7 に対して渦電流
10 センサ 10 が矢印 A' 方向に移動することとは実質的に同じことであるため、以下、図 10 A、図 10 B 及び後述の図 4 A、図 4 B、図 7 A、図 7 B の説明においては、車輪 3 の回転により等価的に渦電流センサ 10 が矢印 A' 方向に移動するものとして説明する。

15 渦電流センサ 10 の移動により、図示のような正弦波状の検出電圧が得られる。そして、この検出電圧をパルス信号に変換するために、予め、ヒステリシスを持ったスレッシュホールド電圧 V_{TH} , V_{TL} が設定されており、これにより検出電圧が図示のようにパルス信号に変換される。

20 ところが、輪重変化や組み付け誤差等によって、図 10 B のように渦電流センサ 10 ～凸部 7 a 間の距離 d が接近 ($d = d_n < d_o$) すると、渦電流センサ 10 のセンシング原理上、検出電圧が小さくなってしまい、検出電圧の振幅範囲がスレッシュホールド電圧 V_{TH} より小さくなるおそれがある。

25 こうなると、スレッシュホールドレベル V_{TH} によるパルス信号への変換はできなくなるため、図示のように常時 Low レベルのパルス信号が出力されてしまう。逆に、図示は省略したものの、渦電流センサ 10 が凸部 7 a から離反 ($d > d_o$) すると、センサ検出電圧は図 10 A の状態よ

り高いレベルとなり、スレッシュホールドレベル V_{TL} が検出電圧の振幅範囲より小さくなってしまうおそれがある。そうすると、常時 $H i g h$ レベルのパルス信号が出力されてしまうことになる。

5 本発明は上記課題に鑑みなされたものであり、輪重変化や組み付け誤差等の各種要因によって渦電流センサと凸部間の距離が変化しても、車輪回転速度を正確に検知できるようにすることを目的とする。

発明の開示

10 上記課題を解決するためになされた本発明の車輪速度検知システムは、車輪の軸心を回転中心として該車輪と共に回転し、外周に回転方向（円周方向）に沿って凹部と凸部とが所定間隔で複数形成された回転体と、その凸部表面と一定距離隔てて対向するよう設置され、交流電流の供給を受けて周囲に交流磁場を発生させるためのコイルからなるセンサヘッドと、そのコイルを交流電流供給により励磁して凹部及び凸部に渦電流
15 を発生させると共に、回転体の回転に伴って生じる渦電流量の変化に応じた交流検出信号を出力する検出手段と、出力された交流検出信号を予め設定したスレッシュホールドレベルに従ってパルス信号に変換するパルス変換手段と、変換後のパルス信号に基づいて車輪の回転速度を演算する速度演算手段と、を備えたものである。

20 つまり、本発明の車輪速度検知システムは、従来の渦電流式変位センサを用いた車輪速度検知システムと同様、回転体の回転に伴って生じる渦電流量の変化に基づいて車輪回転速度を検知するものである。また、凸部表面とセンサヘッドとは一定距離隔てて対向するよう設置されている。言い換えれば、凹部表面とセンサヘッドとの距離も一定である。

25 ところが、従来技術の課題として説明したように、例えば車輪にかかる荷重（軸重）が変化したり、車輪のメンテナンス作業時に車輪・回転

体を着脱したりすると、回転体やセンサヘッドを支持・固定する部材の機械的捻りや組み付け誤差等によって、凸部表面とセンサヘッドとの対向距離が上記一定距離から変化してしまうおそれがある。

そこで本発明では、スレッシュリョルド移動手段が、凸部表面とセンサヘッドとの実際の対向距離に応じてスレッシュリョルドレベルを移動させる。
そして、スレッシュリョルド移動手段によりスレッシュリョルドレベルが移動されたとき、パルス変換手段は、該移動後のスレッシュリョルドレベルに従ってパルス信号への変換を行う。そのため、本来一定距離に保持されるべき凸部表面とセンサヘッドとの距離が変化してしまっても、その変化に応じて、スレッシュリョルドレベルを適切なレベルにすることができる。

従って、本発明の車輪速度検知システムによれば、軸重変化等によって凸部表面とセンサヘッドとの距離が変化しても、その変化に対応した適切なスレッシュリョルドレベルに従ってパルス変換手段がパルス信号への変換を行うため、車輪回転速度を正確に検知することができる。

尚、渦電流量の変化は、例えば一般的な渦電流式変位センサと同様、コイルのインピーダンス変化として現れるため、その変化に対応した交流検出信号としては、例えば当該コイルを含む共振回路を構成してその共振電圧の変化として取り出すことができる。

また、凹部及び凸部の形成は、車輪回転速度に対応した渦電流量の変化を検出できるように形成すればよく、例えば図9で説明したように回転体における回転軸と垂直な面の外周に形成してもよいし、また例えば、既述の文献1に記載のような回転体の側面に形成（つまりギアを回転体として利用）してもよい。

更に、スレッシュリョルド移動手段によるスレッシュリョルドレベルの移動は、常に行うようにしてもよいが、例えば実際の対向距離が上記一定距離とほとんど差がなく、交流検出電圧をそのまま予め設定したスレッシュリョ

ドレベルに従ってパルス信号化しても問題ない場合もある。そのため、例えば実際の交流検出電圧をみてスレッシュホールドレベルの移動が必要かどうか判断して必要な場合のみ移動させてもよく、移動させるか否かは対向距離の変化の程度に応じて適宜判断するようにしてもよい。

5 ここで、スレッシュホールド移動手段によるスレッシュホールドレベルの移動は、具体的には、スレッシュホールドレベルが検出手段から出力される交流検出信号の振幅範囲内となるようにするとよい。スレッシュホールドレベルが少なくとも交流検出信号の振幅範囲内にあれば、スレッシュホールドレベルに従って交流検出信号をパルス信号に変換できるため、車輪回転速度
10 を正確に検知することが可能となる。

 尚、この場合も、スレッシュホールドレベルを移動させるべきか否かを適宜判断するようにしてもよく、例えばスレッシュホールドレベルが実際の交流検出信号の振幅範囲から外れている場合（例えば図 10 B のような場合）にのみ移動させるようにしてもいい。また、交流検出信号の振幅範囲
15 内ではあるがその最大値又は最小値に接近している場合にも、移動させるようにしてもいい。

 また、スレッシュホールド移動手段がスレッシュホールドレベルをどの程度移動させるかは、種々の方法により決めることができるが、例えば、実際の交流検出信号と、対向距離が上記一定距離のときの交流検出信号との
20 差に応じて決めるようにしてもいい。

 即ち、この場合の車輪速度検知システムは、スレッシュホールド移動手段が、予め設定した、凸部表面とセンサヘッドとの対向距離が上記一定距離のときの交流検出信号の平均値であるデフォルト平均値と、検出手段から出力された実際の交流検出信号の平均値との差を得て、該差分に
25 応じてスレッシュホールドレベルを移動させる。

 この場合、例えばその差分に等しい移動量としてもいい。また例えば、

差分が少ない場合（つまり対向距離の変化量が少ない場合）は移動させず、差分が大きい場合にのみ移動させるようにしてもいい。

このように、デフォルト平均値と実際の交流検出信号の平均値との差に応じて移動量を決めるようにすれば、スレッシュホールドレベルをより適切に移動させることができ、車輪速度検知システムの信頼性をより向上させることができる。

そして、スレッシュホールドレベルとしては、例えばただ一つのレベルを設定して交流検出信号がそのレベルより高いか低いかを判断することによりパルス信号化する方法も可能ではあるが、ノイズ耐性等を考慮すれば、より好ましくは、ヒステリシスを持った二つのスレッシュホールドレベルを設定するとよい。そしてこの場合、スレッシュホールド移動手段は、該二つのスレッシュホールドレベルの移動を、ヒステリシス量を保持しつつ該二つのスレッシュホールドレベルに対して行うとよい。

次に、本発明の車輪速度検知システムは、回転体、センサヘッド、検出手段、パルス変換手段、及び速度演算手段を備えたものである。そして、検出手段が出力した交流検出信号を、検出信号シフト手段が、凸部表面とセンサヘッドとの実際の対向距離に応じたレベルだけシフトさせる。このように検出信号シフト手段により交流検出信号がシフトされたときは、パルス変換手段は、該シフト後の交流検出信号をパルス信号に変換する。

つまり、上述のシステムではスレッシュホールドレベルを移動させたのに対し、この場合は、スレッシュホールドレベルは移動させずに実際の交流検出信号そのものをシフトさせて、実質的に上述のシステムにおけるスレッシュホールドレベル移動の場合と同等の効果を得るのである。

従って、この場合の車輪速度検知システムによれば、軸重変化等により凸部表面とセンサヘッドとの距離が変化して、対向距離が上記一定距

離のときの交流検出信号と実際の交流検出信号とのずれが生じて、そのズレを戻す方向に交流検出信号をシフトさせることができるため、車輪回転速度を正確に検知することができる。

尚、この場合も、検出信号シフト手段による交流検出信号のシフトは、
5 常に行うようにしてもいいが、例えば実際の交流検出電圧をみてシフトが必要かどうか判断し、必要な場合のみシフトさせてもよく、シフトさせるか否かは対向距離の変化の程度に応じて適宜判断するようにしてもいい。

ここで、検出信号シフト手段による交流検出信号のシフトは、具体的
10 には、例えば、交流検出信号の振幅範囲内にスレッシュホールドレベルが含まれるようにするとよい。交流検出信号の振幅範囲内にスレッシュホールドレベルが入る状態となるようにシフトすれば、シフト後の交流検出信号をそのスレッシュホールドレベルに従ってパルス信号に変換できるため、車輪回転速度を正確に検知することが可能となる。

15 尚、この場合も、交流検出信号をシフトさせるべきか否かは適宜判断するようにしてもよく、例えば常にシフトさせるようにしてもよいし、また例えば、交流検出信号の振幅範囲からスレッシュホールドレベルが外れている場合（例えば図 10 B のような場合）にのみシフトさせるようにしてもよい。

20 また、検出信号シフト手段が交流検出信号をどの程度シフトさせるかは、種々の方法により決めることができるが、例えば、予め設定した、凹部表面とセンサヘッドとの対向距離が一定距離のときの交流検出信号の平均値であるデフォルト平均値と、検出手段から出力された実際の交流検出信号の平均値との差に応じたレベルだけシフトさせるようにして
25 もよい。

この場合、例えばその差分に等しいシフト量としてもいいし、また例

えば、差分が少ない場合（つまり対向距離の変化量が少ない場合）はシフトさせず、差分が大きい場合にのみシフトさせるようにしてもいい。

このように、デフォルト平均値と実際の交流検出信号の平均値との差に応じてシフト量を決めるようにすれば、スレッシュホールドレベルをより
5 適切にシフトさせることができ、車輪速度検知システムの信頼性をより向上させることができる。

そして、この場合のシステムにおいても、スレッシュホールドレベルとして例えばただ一つのレベルを設定し、交流検出信号がそのレベルより高いか低いかを判断することによりパルス信号化する方法も可能ではある
10 が、ノイズ耐性等を考慮すれば、より好ましくは、ヒステリシスを持った二つのスレッシュホールドレベルにするのが好ましい。

ところで、本発明の車輪速度検知システムは各種車両において適用可能であるが、既述の通り、比較的大きな荷重を支持し且つ車輪のメンテナンス作業の頻度も多いリニア車両では、軸重の変化や車輪メンテナンス作業時の組み付け誤差等によって上記対向距離が変化する可能性も高い。
15

そこで、本発明のシステムは、例えば、地上側の軌道に沿って配置された推進コイルへ通電することにより該推進コイルと車両側に搭載された界磁との磁気相互作用によって車両を推進させる地上一次方式の鉄道
20 において、車両に備えられた車輪の回転速度を得るために該車両に搭載するとより効果的であり、地上一次方式の鉄道車両においてより信頼性の高い車輪速度検知システムの構築が可能となる。

図面の簡単な説明

25 図 1 は、磁気浮上式鉄道車両が備える支持脚装置の概略構成を表す斜視図であり、

図 2 A、図 2 B は、第 1 実施形態の車輪速度検知システムの概略構成を表すブロック図であり、

図 3 は、第 1 実施形態のスレッシュホールド電圧シフト処理を示すフローチャートであり、

5 図 4 A、図 4 B は、第 1 実施形態の車輪速度検知システムにおけるセンサ検出電圧及びパルス出力の一例を表すグラフであり、図 4 A はセンサと凸部とが接近した場合を表し、図 4 B はセンサと凸部とが離反した場合を表し、

10 図 5 は、第 2 実施形態の車輪速度検知システムの概略構成を表すブロック図であり、

図 6 は、第 2 実施形態の検出データシフト処理を示すフローチャートであり、

15 図 7 A、図 7 B は、第 2 実施形態の車輪速度検知システムにおけるセンサ検出電圧及びパルス出力の一例を表すグラフであり、図 7 A はセンサと凸部とが接近した場合を表し、図 7 B はセンサと凸部とが離反した場合を表し、

図 8 は、磁気浮上式鉄道車両に搭載された光エンコーダ式車輪速度検知システムの概略構成を表す説明図であり、

20 図 9 は、磁気浮上式鉄道車両の車輪速度検知システムとして渦電流式変位センサを利用した場合の概略構成を表す説明図であり、そして

図 10 A、図 10 B は、磁気浮上式鉄道車両の車輪速度検知システムとして渦電流式変位センサを利用した場合のセンサ検出電圧及びパルス出力の一例を表すグラフである。

25 発明を実施するための最良の形態

以下に、本発明の好適な実施形態を図面に基づいて説明する。

〔第 1 実施形態〕

図 1 は、磁気浮上式鉄道車両（リニア車両）が備える支持脚装置の概略構成を表す斜視図である。リニア車両は、図示は省略するものの、台車内に界磁としての超電導磁石を搭載しており、地上側の軌道に沿って配置された推進コイルへの通電を制御することにより推進コイルと車両側の超電導磁石との磁気相互作用によって推進する、いわゆる地上次方式の鉄道車両であり、所定速度（例えば百数十 km/h ）以上では浮上走行するがそれ以下の速度域では車輪走行する。そして、この車輪走行のために、図 1 に示す支持脚装置が設けられている。

図 1 に示す如く、リニア車両の支持脚装置は、アーム 4 の一端に設けられた車軸（軸心）5 に、タイヤ 1 及び回転体としてのホイール（アルミホイール）2 からなる車輪（支持車輪）3 が装着されている。また、一端がアーム 4 に結合された支持脚 6 は、内部にアクチュエータを備えて伸縮できるように構成されており、支持脚 6 の他端及びアーム 4 の他端はいずれも図示しないブラケットに結合されている。そのため、支持脚 6 内のアクチュエータを駆動して伸縮させることにより、車輪 3 を上下に移動させることができる。

また、車輪 3 には、図示は省略したもののディスクブレーキ装置が搭載されており、車輪 3 による車輪走行時に地上側制御による制動が不能となった場合にそのディスクブレーキ装置を動作させてリニア車両を制動するようにしている。

そして、本実施形態では、上記ディスクブレーキ装置の動作を制御するのに必要な車輪 3 の回転速度を検出するための、凹凸部 7、渦電流センサ 10、ケーブル 15 及び信号処理装置 20 からなる車輪速度検知システムが搭載されている。

凹凸部 7 は、図示の如くホイール 2 の外周において回転方向に沿って

凸部 7 a と凹部 7 b とが所定間隔で交互に形成されたものであり、その材質は本実施形態ではアルミニウムである。渦電流センサ 10 は、この凹凸部 7 と一定距離（以下「デフォルト対向距離」という） d_0 隔てて対向するようにアーム 4 に固定設置されており、渦電流センサ 10 から
5 のセンサ検出電圧はケーブル 15 を介して信号処理装置 20 へ伝送される。

図 2 A に、本実施形態の車輪速度検知システムの概略構成を示す。図 2 A に示す如く、渦電流センサ 10 は、そのセンサヘッド 10 a に検出コイル 11 が内蔵されており、センサヘッド 10 a と凸部 7 a との距離
10 がデフォルト対向距離となるようにされている。そして、後述するように検出コイル 11 のインピーダンス変化に応じたセンサ検出電圧（本発明の交流検出信号に相当）が、ケーブル 15 を介して信号処理装置 20 へ伝送される。

図 2 B に、渦電流センサ 10 の概略構成を示す。渦電流センサ 10 は、
15 主として検出コイル 11 と発振駆動部 12 と検波回路 13 とからなる。検出コイル 11 は、発振駆動部 12 内のコンデンサ（図示略）と共に共振回路を構成しており、この共振回路に発振駆動部 12 が交流電流を供給して所定の発振周波数にて発振させることにより、検出コイル 11 に高周波電流を流して周囲に交流磁場を発生させる。この交流磁場の中を
20 車輪 3 が回転すると、アルミホイール 2 に渦電流が生じることになる。

そして、本実施形態では、アルミホイール 2 においてセンサヘッド 10 a と対向するように凹凸部 7 が形成されているため、車輪 3 の回転に伴ってセンサヘッド 10 a には凹部 7 b → 凸部 7 a → 凹部 7 b … と、凹部 7 b 及び凸部 7 a が交互に対向する。そのため、凹凸部 7 全体に生
25 じる渦電流量は車輪 3 の回転に応じて変化し、これにより検出コイル 11 のインピーダンスが変化する。

この結果、発振回路の発振振幅、即ち発振駆動部 12 から出力される発振電圧の振幅が、車輪 3 の回転に伴って変化することになる。そしてこの発振出力は、検波回路 13 にて包絡線検波されると共に適宜増幅され、センサ検出電圧として信号処理装置 20 へ伝送される。具体的には、

5 既述の図 10A、図 10B に示す波形と同様、センサヘッド 10a に凸部 7a が対向するときは、渦電流量が大きくなって検出コイル 11 のインピーダンス変化も大きくなるため、センサ検出電圧は小さくなる。一方、センサヘッド 10a に凹部 7b が対向するときは、渦電流量が小さくなって検出コイル 11 のインピーダンス変化も小さくなるため、センサ検出電圧は大きくなる。尚、渦電流センサ 10 の動作電源は、信号
10 処理装置 20 から供給される。

このようにして渦電流センサ 10 から出力されたセンサ検出電圧は、信号処理装置 20 においてパルス信号に変換され、そのパルス信号に基づいて車輪回転速度が演算されることになる。即ち、センサ検出電圧は
15 まず、A/D 変換器 21 によって所定のサンプリング周波数にてサンプリングされデジタル値に変換される。以下、この A/D 変換後のセンサ検出電圧を検出データ (A/D 値) という。

この検出データは、信号レベル判定部 22 及びパルス変換部 23 へ入力されるが、まず信号レベル判定部 22 について説明する。信号レベル判定部 22 は、検出データに基づいてスレッシュホールド電圧 V_{TH} , V_{TL} (つまりヒステリシスを持ったスレッシュホールド) を演算しパルス変換部 23
20 へ出力するものであり、より詳しくは、予め設定されているデフォルトスレッシュホールド電圧 V_{TH0} , V_{TL0} を検出データに応じてシフト (移動) させるスレッシュホールド電圧シフト処理を実行する。

25 図 3 は、信号レベル判定部 22 にて実行されるスレッシュホールド電圧シフト処理を表すフローチャートである。このスレッシュホールド電圧シフト

処理は、車輪 3 による車輪走行中、継続して行われるものである。

この処理が開始されると、まずステップ（以下「S」と略す）110にて、センサ検出電圧（実際には検出データ）の最大値 V_{max} を取得し、続く S120にて、センサ検出電圧（検出データ）の最小値 V_{min} を取得する。つまり、S110にてセンサ検出電圧の振幅最大値を、
5 S120にてセンサ検出電圧の振幅最小値を取得することになる。

そして S130にて、この最大値 V_{max} と最小値 V_{min} の平均である実平均電圧 V_{av} を演算する。一方、信号レベル判定部 22 には、センサヘッド 10a と凸部 7a との距離がデフォルト対向距離である場合
10 のセンサ検出電圧の平均値であるデフォルト平均電圧 V_{avo} （本発明のデフォルト平均値）も記憶されており、続く S140では、S130で得られた実平均電圧 V_{av} と上記デフォルト平均電圧 V_{avo} との差であるシフト量 Z を演算する。

そして、S150にて、デフォルトスレッシュホールド電圧 V_{TH0} 、 V_{TL0}
15 をそれぞれシフト量 Z だけシフトさせることにより、実際のスレッシュホールド電圧である実スレッシュホールド電圧 V_{TH} 、 V_{TL} を得る。つまり、センサヘッド 10a と凸部 7a との距離がデフォルト対向距離である場合のセンサ検出電圧と、実際のセンサ検出電圧とのズレを、両者の平均電圧（デフォルト平均電圧及び実平均電圧）の差に換算し、その差を、デ
20 フォルトスレッシュホールド電圧 V_{TH0} 、 V_{TL0} のシフト量 Z として扱うのである。このようにして得られた実スレッシュホールド電圧 V_{TH} 、 V_{TL} は、パルス変換部 23 へ出力される。

パルス変換部 23 では、A/D 変換器 21 からの検出データが実スレッシュホールド電圧 V_{TH} 、 V_{TL} に従ってパルス信号に変換され、速度演算部
25 24 へ出力される。そして、速度演算部 24 では、パルス信号の単位時間あたりのパルス数或いはパルス間隔（周期）に基づいて車輪回転速度

が演算される。このようにして得られた車輪回転速度は、図示しないブレーキ制御部へ伝送され、ディスクブレーキ装置の制御のために使用される。

図 4 A、図 4 B に、本実施形態の車輪速度検知システムにおけるセンサ検出電圧（検出データ）及びパルス出力の一例を表す。まず、図 4 A は、センサヘッド 10 a と凸部 7 a とが接近して両者の対向距離 d がデフォルト対向距離 d_0 より小さくなった場合を表している。このように、対向距離 d がデフォルト対向距離 d_0 より小さくなると、センサ検出電圧は、デフォルト対向距離のときのセンサ検出電圧より小さくなり、図示の状態では、センサ検出電圧の最大値 V_{max} よりもデフォルトスレッシュヨルド電圧 V_{TH0} が大きくなってしまっている。

そのため、本実施形態では、図 3 で説明したスレッシュヨルド電圧シフト処理が実行されることにより、実際の検出電圧の最大値 V_{max} 及び最小値 V_{min} から実平均電圧 V_{av} が演算され、この実平均電圧 V_{av} とデフォルト平均電圧 V_{av0} との差がシフト量 Z となる。そのため、デフォルトスレッシュヨルド電圧 V_{TH0} をシフト量 Z だけシフトさせて実スレッシュヨルド電圧 V_{TH} とすると共に、デフォルトスレッシュヨルド電圧 V_{TL0} もシフト量 Z だけシフトさせて実スレッシュヨルド電圧 V_{TL} としている。つまり、デフォルトスレッシュヨルド電圧 V_{TH0} , V_{TL0} をいずれも $|Z|$ だけ減少させている。そして、実際のセンサ検出電圧を、実スレッシュヨルド電圧 V_{TH} , V_{TL} にて切ってパルス化することにより、図示のようなパルス出力が得られるのである。

一方、図 4 B は、センサヘッド 10 a と凸部 7 a とが離反して両者の対向距離 d がデフォルト対向距離 d_0 より大きくなった場合を表している。このように、対向距離 d がデフォルト対向距離 d_0 より大きくなると、センサ検出電圧は、デフォルト対向距離のときのセンサ検出電圧よ

り大きくなり、図示の状態では、センサ検出電圧の最小値 V_{min} よりもデフォルトスレッシュホールド電圧 V_{TL0} が小さくなってしまっている。

そのため、図 3 で説明したスレッシュホールド電圧シフト処理が実行されることにより、図 4 A で説明したのと同様、実平均電圧 V_{av} とデフォルト平均電圧 V_{avo} との差がシフト量 Z として、デフォルトスレッシュホールド電圧 V_{TH0} をシフト量 Z だけシフトさせて実スレッシュホールド電圧 V_{TH} とすると共に、デフォルトスレッシュホールド電圧 V_{TL0} もシフト量 Z だけシフトさせて実スレッシュホールド電圧 V_{TL} としている。つまり、デフォルトスレッシュホールド電圧 V_{TH0} , V_{TL0} をいずれも $|Z|$ だけ増加させている。そして、実際のセンサ検出電圧を、実スレッシュホールド電圧 V_{TH} , V_{TL} にて切ってパルス化することにより、図示のようなパルス出力が得られるのである。

以上説明したように、本実施形態の車輪速度検知システムでは、予め設定されたデフォルトスレッシュホールド電圧 V_{TH0} , V_{TL0} を、実際に渦電流センサ 10 にて検出されたセンサ検出電圧の平均値とデフォルト平均電圧との差分であるシフト量 Z だけシフトさせることにより、実スレッシュホールド電圧 V_{TH} , V_{TL} を得ている。そして、この実スレッシュホールド電圧 V_{TH} , V_{TL} に従って、実際のセンサ検出電圧（検出データ）をパルス信号に変換している。

そのため、本実施形態の車輪速度検知システムによれば、軸重変化等によって凸部 7 a とセンサヘッド 10 a との対向距離が変化しても、その変化に対応した適切な実スレッシュホールドレベル V_{TH} , V_{TL} に従ってパルス信号への変換がなされるため、対向距離の変化に拘わらず車輪回転速度を正確に検知することができる。

また、本実施形態では、単にデフォルトスレッシュホールド電圧 V_{TH0} , V_{TL0} が実際のセンサ検出電圧の振幅範囲内に入るようにシフトするこ

とだけでなく、そのシフト量についても、デフォルト平均電圧 V_{avo} と実平均電圧 V_{av} との差に基づいてより適切なシフト量 Z を得るようにしているため、デフォルトスレッシュホールド電圧 V_{TH} , V_{TL} が実際のセンサ検出電圧に応じてより適切にシフトされることになり、信頼性の高い車輪速度検知システムの提供が可能となる。

尚、本実施形態において、渦電流センサ 10 は本発明の検出手段に相当し、パルス変換部 23 は本発明のパルス変換手段に相当し、速度演算部 24 は本発明の速度演算手段に相当し、信号レベル判定部 22 は本発明のスレッシュホールド移動手段に相当する。また、図 3 のスレッシュホールド電圧シフト処理は、本発明のスレッシュホールド移動手段が実行する処理に相当する。

〔第 2 実施形態〕

上記第 1 実施形態では、センサヘッド 10a と凸部 7a との対向距離の変化に応じてデフォルトスレッシュホールド電圧 V_{TH0} , V_{TL0} をシフトさせる場合について説明したが、本実施形態では、スレッシュホールド電圧をシフトさせるのではなく、渦電流センサ 10 にて検出されたセンサ検出電圧（検出データ）そのものをシフトさせることにより、対向距離の変化に応じた適切なパルス信号化を行うようにしている。

図 5 は、本実施形態の車輪速度検知システムにおける信号処理装置 30 の概略構成を表すブロック図である。本実施形態の信号処理装置 30 は、第 1 実施形態の車輪速度検知システムにおける信号処理装置 20 に代わって用いるものであり、渦電流センサ 10 からのセンサ検出電圧はまず、A/D 変換器 21 によって所定のサンプリング周波数にてサンプリングされ、デジタル値である検出データ（A/D 値）に変換される。

この検出データは検出データシフト部 31 に入力され、ここで所定量だけシフトされることになる。即ち、検出データシフト部 31 では、実

際の検出データを、その平均値と予め設定されているデフォルト平均電圧 V_{avo} との差に応じてシフトさせるための検出データシフト処理が実行される。

図 6 は、検出データシフト部 31 にて実行される検出データシフト処理を示すフローチャートである。この検出データシフト処理も、車輪 3 による車輪走行中、継続して行われるものである。尚、この処理において、 $S210 \sim S240$ の各処理はいずれも、図 3 で説明したスレッシュホールド電圧シフト処理における $S110 \sim S140$ の各処理と全く同じものであるため、これら $S210 \sim S240$ の処理についてはここでは
10 詳細説明を省略する。

即ち、 $S210$ 及び $S220$ にてそれぞれ検出データの最大値 V_{max} 及び最小値 V_{min} を取得し、 $S230$ にて両者の平均値である実平均電圧 V_{av} を算出し、続く $S240$ でその実平均電圧 V_{av} とデフォルト平均電圧 V_{avo} との差を算出してシフト量 Z とする。そして、 $S250$
15 にて、得られたシフト量 Z だけ、実際の検出データをシフトさせる。

このようにシフトされた検出データは、パルス変換部 32 に入力され、ここでパルス信号に変換される。このパルス変換部 32 では、第 1 実施形態におけるデフォルトスレッシュホールド電圧 V_{TH0} 、 V_{TL0} に相当するスレッシュホールド電圧が予め設定されており、このスレッシュホールド電圧に
20 従って、上記シフトされた検出データをパルス信号に変換する。そして、このパルス信号は速度演算部 24 に入力され、第 1 実施形態の場合と同様、パルス信号の単位時間あたりのパルス数或いはパルス間隔（周期）に基づいて車輪回転速度が演算される。

図 7 A、図 7 B に、本実施形態の車輪速度検知システムにおけるセンサ検出電圧（検出データ）及びパルス出力の一例を表す。まず、図 7 A
25 は、センサヘッド 10a と凸部 7a とが接近して両者の対向距離 d がデ

フォルト対向距離 d_o より小さくなった場合を表している。このように、対向距離 d がデフォルト対向距離 d_o より小さくなると、実際のセンサ検出電圧は、デフォルト対向距離のときのセンサ検出電圧より小さくなり、図示の状態では、センサ検出電圧の最大値 V_{max} よりもデフォルトスレッシュホールド電圧 V_{TH0} が大きくなってしまっている。

そのため、本実施形態では、図 6 で説明した検出データシフト処理が実行されることにより、実際の検出電圧の最大値 V_{max} 及び最小値 V_{min} から実平均電圧 V_{av} が演算され、この実平均電圧 V_{av} とデフォルト平均電圧 V_{avo} との差がシフト量 Z となる。そのため、実際のセンサ検出電圧（検出データ）をシフト量 Z だけシフトさせている。つまり、第 1 実施形態のようにデフォルトスレッシュホールド電圧 V_{TH0} , V_{TL0} をいずれも $|Z|$ だけ減少させるのではなく、検出データ自体を $|Z|$ だけ増加させるのである。そして、シフト後のセンサ検出電圧をパルス化することにより、図示のようなパルス出力が得られるのである。

一方、図 7 B は、センサヘッド 10 a と凸部 7 a とが離反して両者の対向距離 d がデフォルト対向距離 d_o より大きくなった場合を表している。このように、対向距離 d がデフォルト対向距離 d_o より大きくなると、センサ検出電圧は、デフォルト対向距離のときのセンサ検出電圧より大きくなり、図示の状態では、センサ検出電圧の最小値 V_{min} よりもデフォルトスレッシュホールド電圧 V_{TL0} が小さくなってしまっている。

そのため、図 6 で説明した検出データシフト処理が実行されることにより、図 7 A で説明したのと同様、実平均電圧 V_{av} とデフォルト平均電圧 V_{avo} との差がシフト量 Z として、実際の検出データをシフト量 Z だけシフトさせている。つまり、第 1 実施形態のようにデフォルトスレッシュホールド電圧 V_{TH0} , V_{TL0} をいずれも $|Z|$ だけ増加させるのではなく、検出データ自体を $|Z|$ だけ減少させるのである。そして、シフト後のセ

ンサ検出電圧をパルス化することにより、図示のようなパルス出力が得られるのである。

従って、本実施形態によれば、軸重変化等により凸部 7 a 表面とセンサヘッド 10 a との対向距離が変化して、デフォルト対向距離のときの
5 センサ検出電圧と実際のセンサ検出電圧とのずれが生じてても、そのズレを戻す方向にセンサ検出電圧（検出データ）を移動させるため、第 1 実施形態と同様の効果が得られる。

尚、本実施形態において、検出データシフト部 31 は本発明の検出信号シフト手段に相当し、図 6 の検出データシフト処理は、本発明の検出
10 信号シフト手段が実行する処理に相当する。

尚、本発明の実施の形態は、上記実施形態に何ら限定されるものではなく、本発明の技術的範囲に属する限り種々の形態を採り得ることはいうまでもない。

例えば、上記各実施形態では、実平均電圧 V_{av} とデフォルト平均電圧
15 V_{avo} との差をシフト量 Z としたが、これに限らず、対向距離がデフォルト対向距離の時のセンサ検出電圧の最大値（又は最小値）と、実際のセンサ検出電圧の最大値 V_{max} （又は最小値 V_{min} ）との差をシフト量 Z としてもよく、対向距離の変化に対応した適切なシフト量 Z が得られる限り種々の方法にて得ることができる。

また、上記第 1 実施形態では、予めデフォルトスレッシュホールド電圧 V_{TH0} , V_{TL0} を設定しておき、これをシフト量 Z だけシフトさせるようにしたが、このようにデフォルトスレッシュホールド電圧 V_{TH0} , V_{TL0} を
20 予め設定せず、実際に得られた検出データの振幅（最大値及び最小値）に基づいて逐一スレッシュホールド電圧を演算により求めるようにしてもよい。具体的には、例えば実際の検出データの最大値より所定レベル低い
25 値と、実際の検出データの最小値より所定レベル高い値とを、スレッシ

ヨルドレベルとすることができる。

更に、上記各実施形態では、実平均電圧 V_{av} とデフォルト平均電圧 V_{avo} との差がわずかであっても、差がある限りシフトさせるようにしたが、このように差がわずかであって無視し得る程度のときは、シフトさせなくても正常にパルス信号への変換が可能である。そのため、差の大小に関係なく常にシフトさせるのではなく、差が大きくて正常なパルス変換が期待できない場合にのみシフトさせるようにしてもよい。つまり、理論的には、少なくともスレッシュホールドレベルが実際のセンサ検出電圧の振幅範囲から外れているときにのみ、振幅範囲に入るよう移動させればよいわけである。

更にまた、上記各実施形態では、ヒステリシスを持ったスレッシュホールド電圧により検出データをパルス信号に変換するようにしたが、これに限らず、ヒステリシスを持たない一つのスレッシュホールドレベルを用いてもよい。但し、ノイズ耐性等を考慮すれば、上記各実施形態のように、ヒステリシスを持ったスレッシュホールド電圧を用いるのが好ましい。

また、凹凸部 7 は、上記実施形態のようにホイール 2 の回転面の外周に設ける以外にも、例えば既述の文献 1 に開示された技術のように、ホイール 2 の側面に設ける（つまり歯車のような形態）ようにしてもよく、本発明の作用効果を奏する限りその形成場所は特に限定されない。

凸部 7 a の形状についても、上記実施形態のような形状に限定されず、凹・凸の変化が渦電流量の差として検出（延いては検出コイル 11 のインピーダンスの変化として検出）できるかぎり、種々の形状を採りうる。

更に、上記各実施形態における各信号処理装置 20, 30 では、渦電流センサ 10 からのセンサ検出電圧をそのまま A/D 変換するようにしたが、例えば A/D 変換器 21 の前段に高周波除去フィルタを設けて、高周波ノイズ成分をカットするようにしてもよく、このようにすれば当

該システムの信頼性がより向上する。

産業上の利用可能性

5 以上詳述したように、本発明の車輪速度検知システムによれば、輪重
変化や組み付け誤差等の各種要因によって渦電流センサと凸部間の距離
が変化しても、車輪速度を正確に検知できる。

請求の範囲

1. 車輪の軸心を回転中心として該車輪と共に回転し、外周に回転方向
5 に沿って凹部と凸部とが所定間隔で複数形成された回転体と、

前記凸部表面と一定距離隔てて対向するよう設置され、交流電流
の供給を受けて周囲に交流磁場を発生させるためのコイルからなる
センサヘッドと、

10 前記コイルを前記交流電流供給により励磁して前記凹部及び凸
部に渦電流を発生させると共に、前記回転体の回転に伴って生じる
前記渦電流量の変化に応じた交流検出信号を出力する検出手段と、

前記交流検出信号を、予め設定したスレッシュホールドレベルに従っ
てパルス信号に変換するパルス変換手段と、

15 前記パルス信号に基づいて前記車輪の回転速度を演算する速度
演算手段と、

を備えた車輪速度検知システムであって、

前記凸部表面と前記センサヘッドとの実際の対向距離に応じて
前記スレッシュホールドレベルを移動させるスレッシュホールド移動手段
を備え、

20 該スレッシュホールド移動手段により前記スレッシュホールドレベルが
移動されたとき、前記パルス変換手段は、該移動後のスレッシュホ
ールドレベルに従って前記パルス信号への変換を行う

ことを特徴とする車輪速度検知システム。

2. 前記スレッシュホールド移動手段は、

25 前記スレッシュホールドレベルが、前記検出手段から出力される交流
検出信号の振幅範囲内となるよう、該スレッシュホールドレベルを移動

させる

ことを特徴とする請求の範囲第 1 項記載の車輪速度検知システム。

3. 前記スレッシュリョルド移動手段は、

5 予め設定した、前記凸部表面と前記センサヘッドとの対向距離が
前記一定距離のときの前記交流検出信号の平均値であるデフォル
ト平均値と、前記検出手段から出力された実際の前記交流検出信号
の平均値との差を得て、該差分に応じて前記スレッシュリョルドレベル
を移動させる

10 ことを特徴とする請求の範囲第 2 項記載の車輪速度検知システム。

4. 前記スレッシュリョルドレベルは、ヒステリシスを持った二つのスレッシュリョルドレベルからなり、

15 前記スレッシュリョルド移動手段は、該二つのスレッシュリョルドレベル
の移動を、前記ヒステリシス量を保持しつつ該二つのスレッシュリョルドレベルに対して行う

ことを特徴とする請求の範囲第 1 ～ 3 項いずれかに記載の車輪速度検知システム。

20 5. 車輪の軸心を回転中心として該車輪と共に回転し、外周に回転方向に沿って凹部と凸部とが所定間隔で複数形成された回転体と、

前記凸部表面と一定距離隔てて対向するよう設置され、交流電流の供給を受けて周囲に交流磁場を発生させるためのコイルからなるセンサヘッドと、

25 前記コイルを前記交流電流供給により励磁して前記凹部及び凸部に渦電流を発生させると共に、前記回転体の回転に伴って生じる前記渦電流量の変化に応じた交流検出信号を出力する検出手段と、

前記交流検出信号を、予め設定したスレッシュホールドレベルに従ってパルス信号に変換するパルス変換手段と、

前記パルス信号に基づいて前記車輪の回転速度を演算する速度演算手段と、

5 を備えた車輪速度検知システムであって、

前記検出手段が出力した前記交流検出信号を前記凸部表面と前記センサヘッドとの実際の対向距離に応じたレベルだけシフトさせる検出信号シフト手段を備え、

10 該検出信号シフト手段により前記交流検出信号がシフトされたとき、前記パルス変換手段は、該シフト後の交流検出信号をパルス信号に変換する

ことを特徴とする車輪速度検知システム。

6. 前記検出信号シフト手段は、

15 前記交流検出信号の振幅範囲内に前記スレッシュホールドレベルが含まれるよう、該交流検出信号をシフトさせる

ことを特徴とする請求の範囲第5項記載の車輪速度検知システム。

7. 前記検出信号シフト手段は、

20 予め設定した、前記凹部表面と前記センサヘッドとの対向距離が前記一定距離のときの前記交流検出信号の平均値であるデフォルト平均値と、前記検出手段から出力された実際の前記交流検出信号の平均値との差を得て、該差分に応じたレベルだけ前記交流検出信号をシフトさせる

25 ことを特徴とする請求の範囲第6項記載の車輪速度検知システム。

8. 前記スレッシュホールドレベルは、ヒステリシスを持った二つのスレッ

シヨルドレベルからなることを特徴とする請求の範囲第 5 ～ 7 項
いずれかに記載の車輪速度検知システム。

9. 請求の範囲第 1 ～ 8 項いずれかに記載の車輪速度検知システムで
あって、

5 当該車輪速度検知システムは、地上側の軌道に沿って配置された
推進コイルへ通電することにより該推進コイルと車両側に搭載さ
れた界磁との磁気相互作用によって車両を推進させる地上一次方
式の鉄道において、前記車両に備えられた車輪の回転速度を得るた
めに該車両に搭載される

10 ことを特徴とする車輪速度検知システム。

1/10

FIG.1

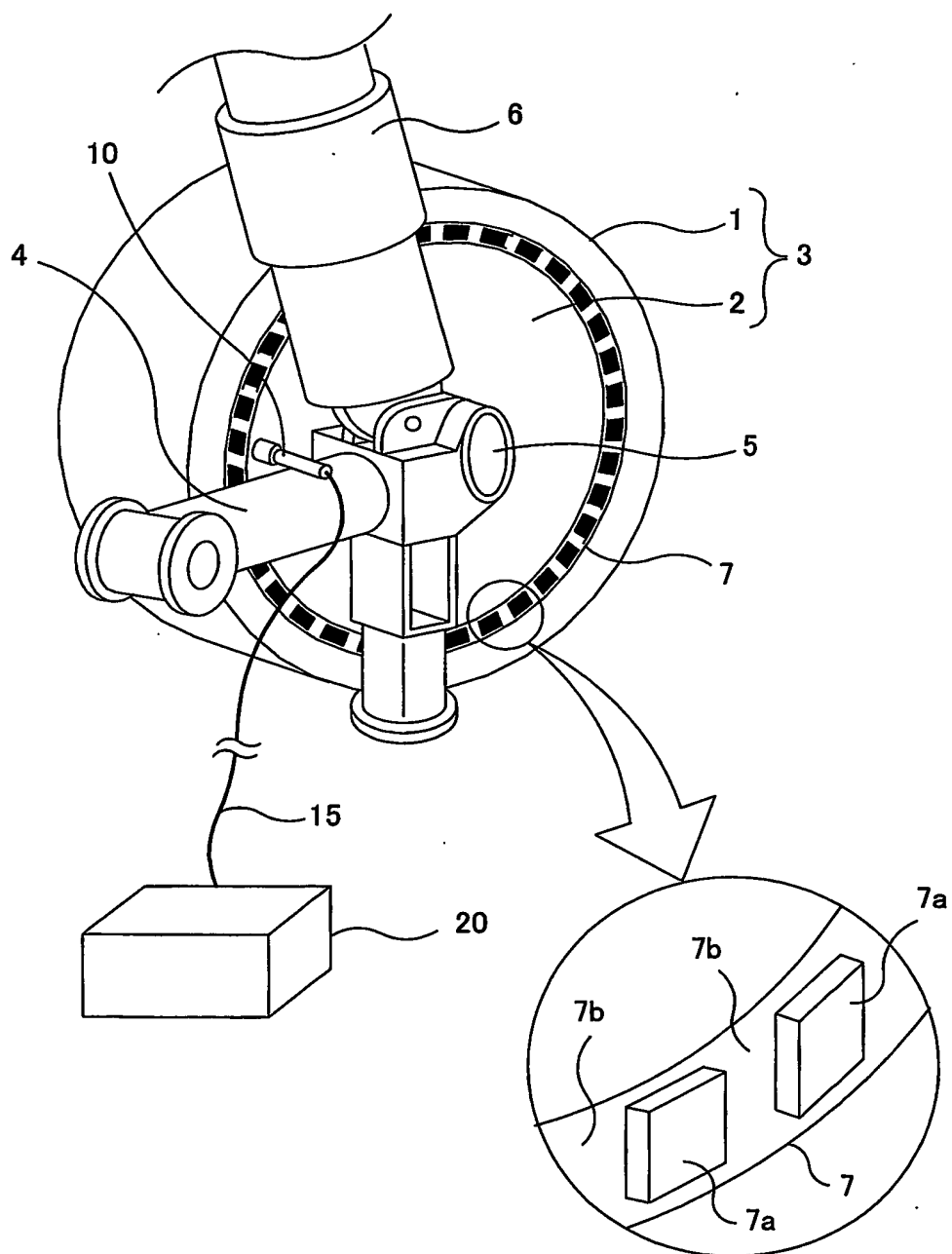


FIG.2A

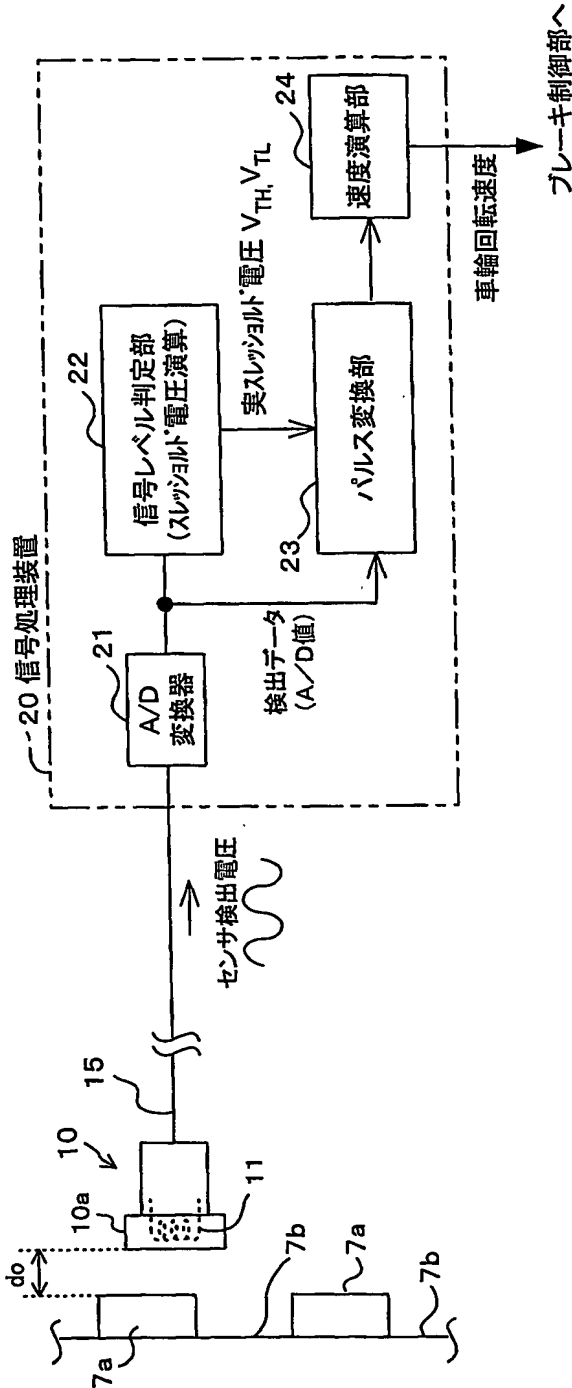


FIG.2B

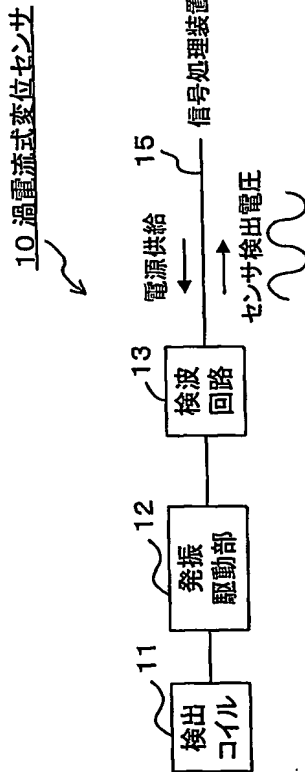


FIG.3

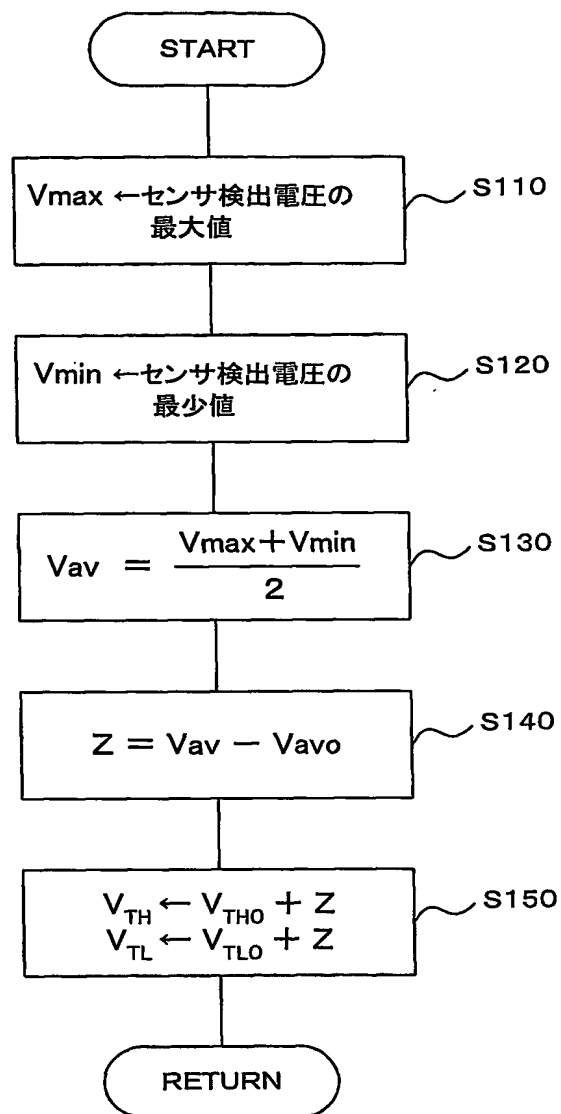


FIG.4A

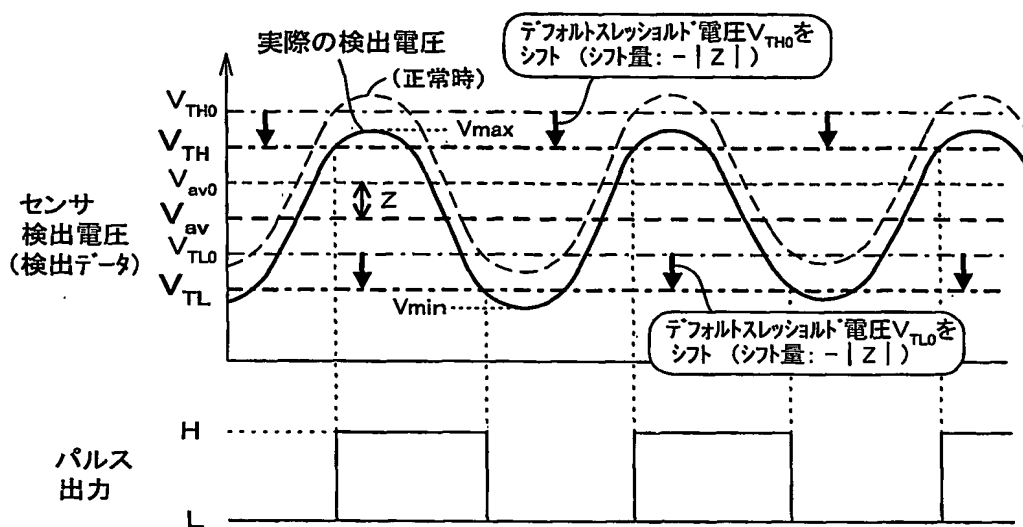


FIG.4B

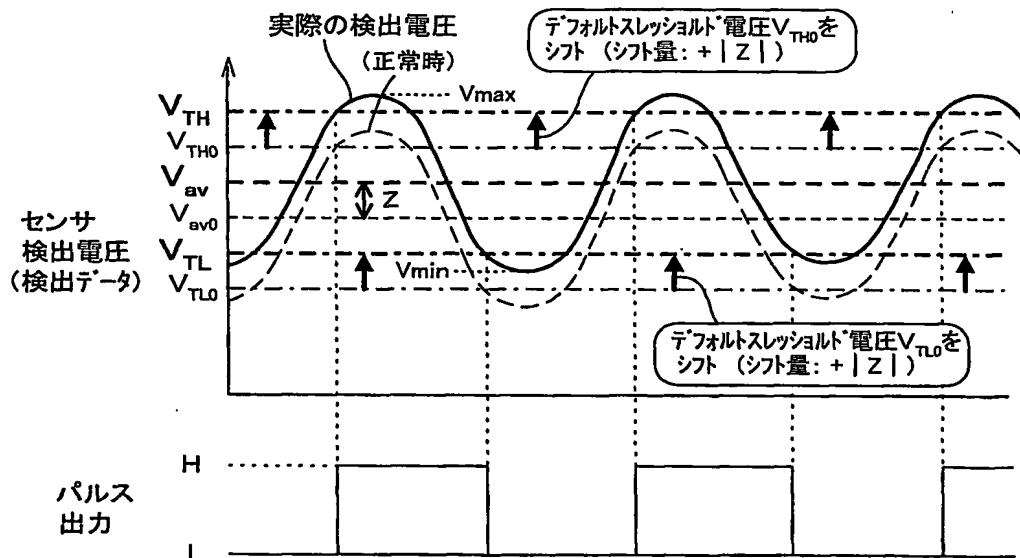


FIG.5

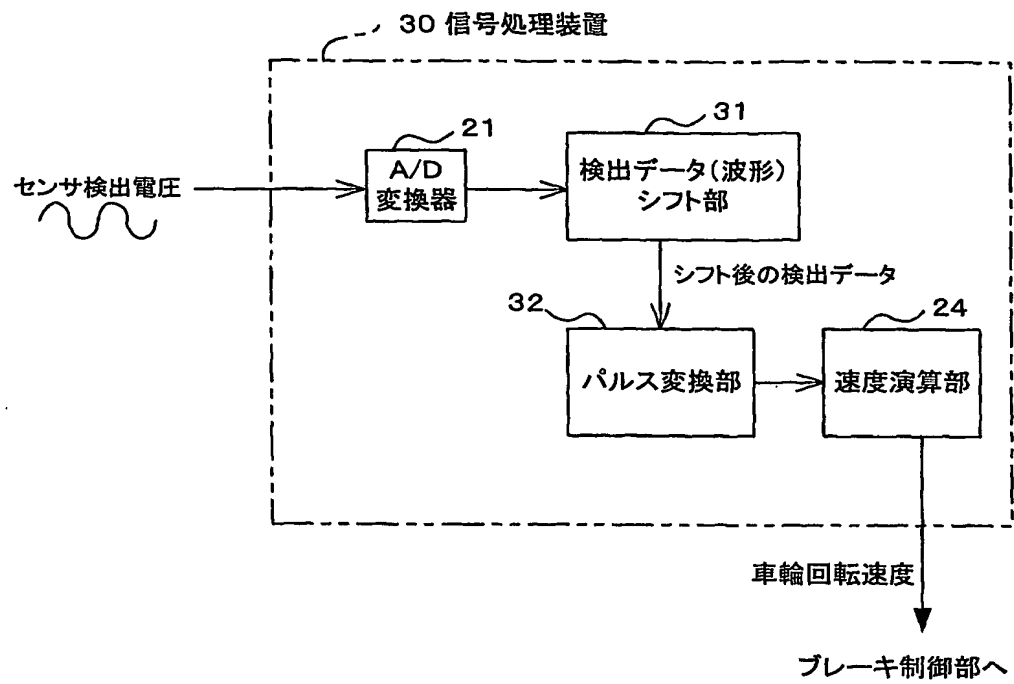
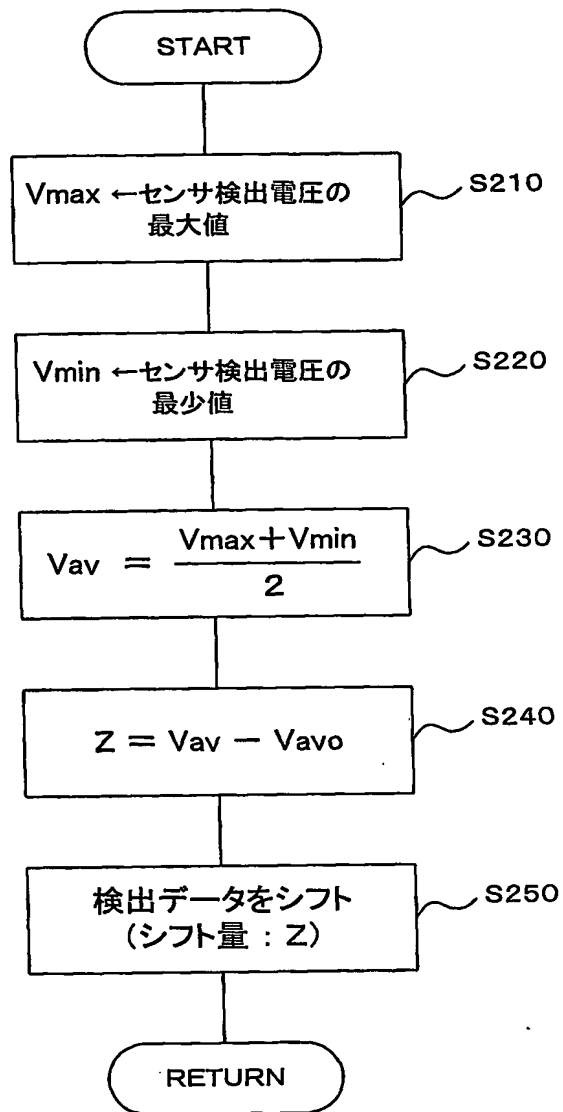


FIG.6



7/10

FIG.7A

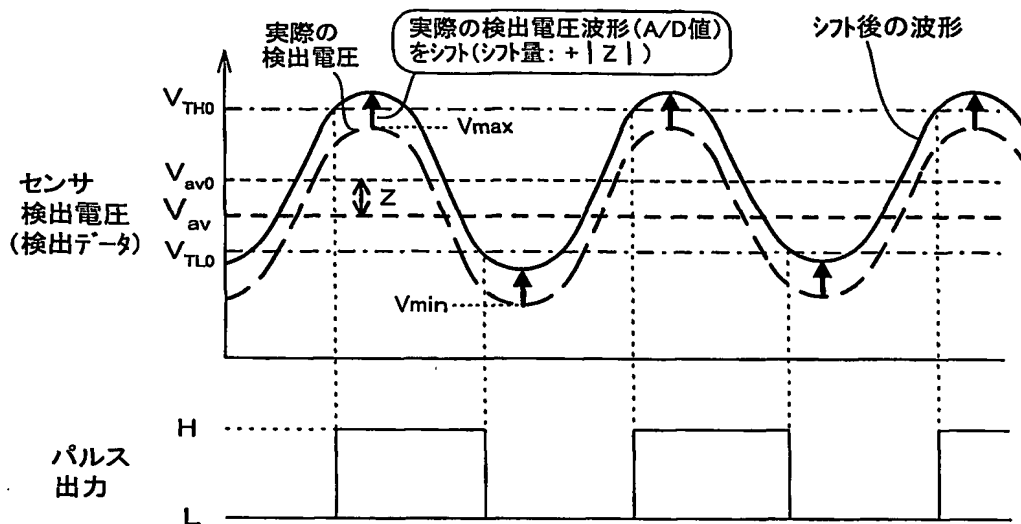


FIG.7B

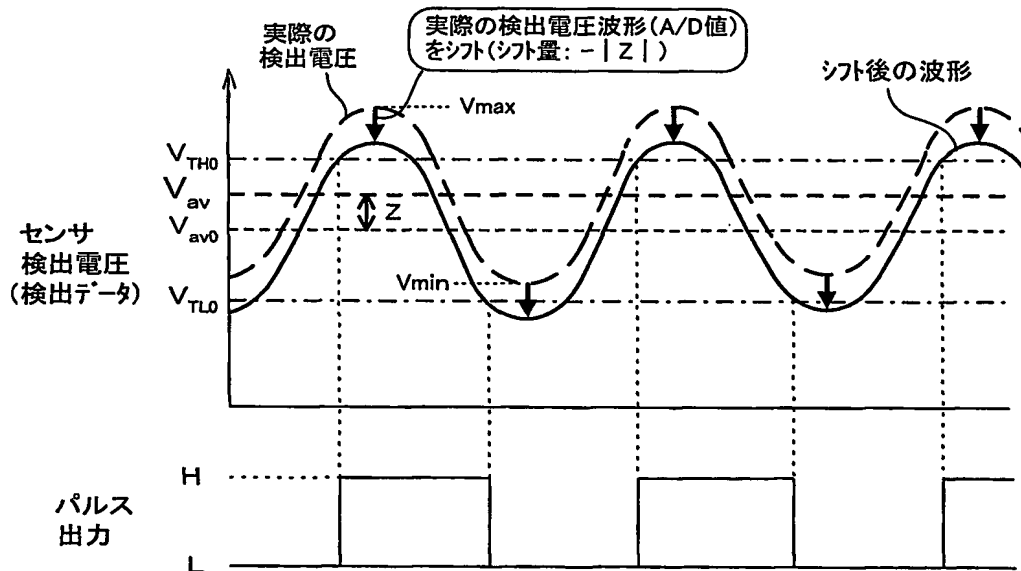


FIG.8

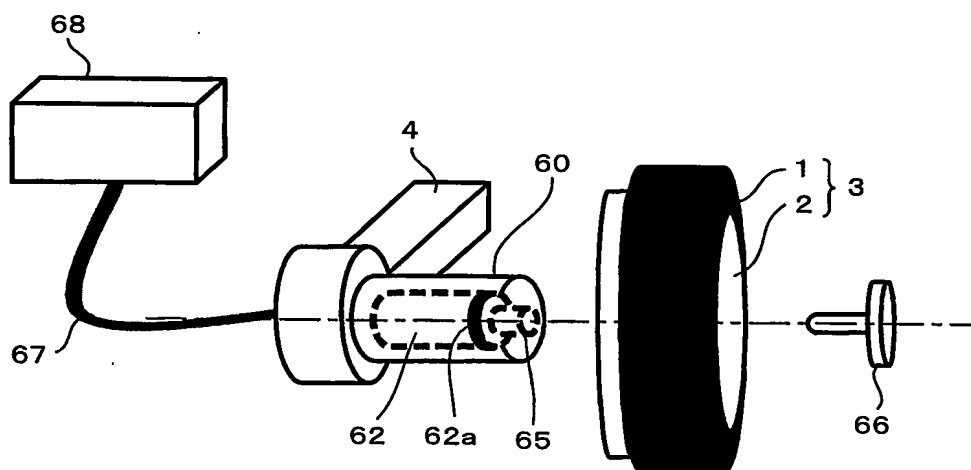


FIG.9

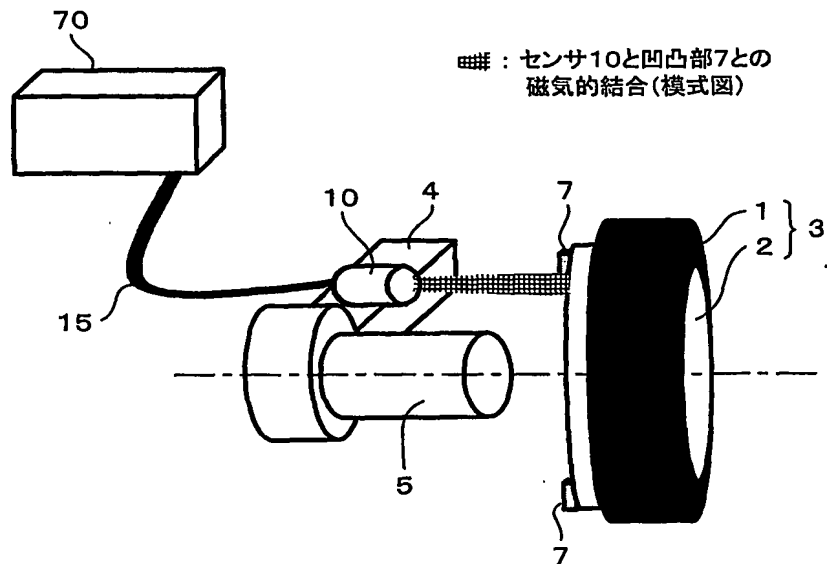


FIG.10A

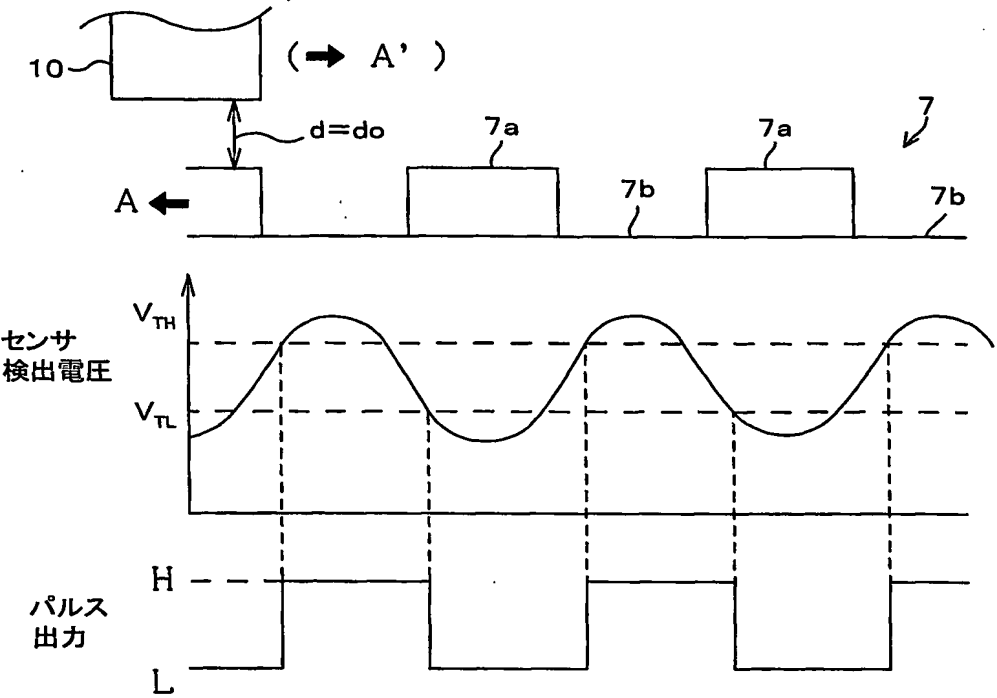
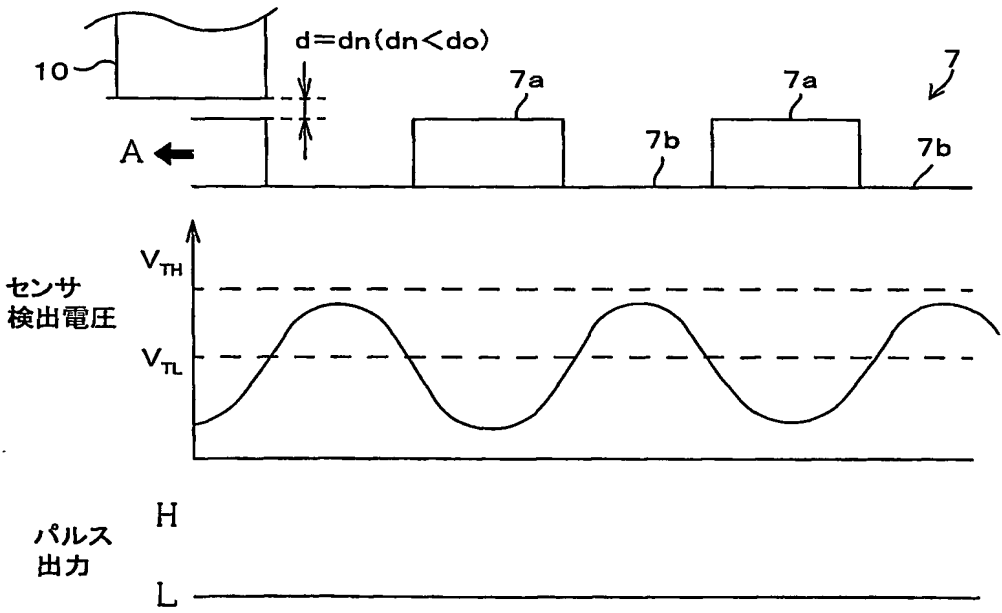


FIG.10B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/16281

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G01P3/49, G01P3/481, B60L13/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G01P3/49, G01P3/481, B60L13/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 111026/1988 (Laid-open No. 57065/1990) (Shinko Electric Co., Ltd.), 25 April, 1990 (25.04.90), Full text (Family: none)	1-3
Y		4-9
Y	JP 59-5962 A (Nippondenso Co., Ltd., Toyota Motor Corp.), 12 January, 1984 (12.01.84), Full text (Family: none)	4-9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
--	---

Date of the actual completion of the international search 29 March, 2004 (29.03.04)	Date of mailing of the international search report 13 April, 2004 (13.04.04)
--	---

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/16281

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-309258 A (Railway Technical Research Institute, Central Japan Railway Co., Sumitomo Precision Products Co., Ltd.), 07 November, 2000 (07.11.00), Full text (Family: none)	9
A	JP 2002-196013 A (Kabushiki Kaisha San'eteku), 10 July, 2002 (10.07.02), Full text (Family: none)	1-9
A	JP 2000-121655 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 28 April, 2000 (28.04.00), Full text (Family: none)	1-9
A	JP 63-70118 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 30 March, 1988 (30.03.88), Full text (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G01P3/49, G01P3/481, B60L13/04

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G01P3/49, G01P3/481, B60L13/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	日本国実用新案登録出願 63-111026 号 (日本国実用新案登録出願公開 2-57065 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録したマイクロフィルム (神鋼電機株式会社) 1990. 04. 25, 全文 (ファミリーなし)	1-3 4-9
Y	JP 59-5962 A (日本電装株式会社, トヨタ自動車株式会社) 1984. 01. 12, 全文 (ファミリーなし)	4-9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリ

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

29. 03. 2004

国際調査報告の発送日

13. 4. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

越川 康弘

2F

9605

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 2000-309258 A (財団法人鉄道総合技術研究所, 東海旅客鉄道株式会社, 住友精密工業株式会社) 2000. 1 1. 07, 全文 (ファミリーなし)	9
A	J P 2002-196013 A (株式会社サンエテック) 2002. 07. 10, 全文 (ファミリーなし)	1-9
A	J P 2000-121655 A (松下電工株式会社) 2000. 04. 28, 全文 (ファミリーなし)	1-9
A	J P 63-70118 A (三菱重工業株式会社) 1988. 03. 30, 全文 (ファミリーなし)	1-9